

《研究ノート》

戦後日本の機械系企業における技術者の役割と 作業員の技能形成

川 合 一 央*

はじめに

本稿は、戦後日本の機械系企業において、技術者が果たした役割と、その影響のもとで作業員の技能形成の展開を明らかにするものである。

これまでの研究においてもすでに作業員の技能形成を明らかにする試みがなされてきている。例えば小池和男（2006）は、自動車産業を対象としてとりあげ、その職長クラスの多くの人々に対してアンケート調査や聞き取り調査を行うことによって、幅広い実務経験と研修OffJTが従業員の技能形成に寄与したということを示した。ただし知識は、共同化、表出化、連結化、内面化というプロセスを繰り返すことを通じて創造されていくという野中郁次郎（1990）の指摘をふまえれば、小池による技能形成の研究は、当該従業員にとっての他者とのかわりに対する視点が欠けたものであるといえる。

こうした視点を意識しつつ、イノベーション過程において熟練作業員の果たす役割を明らかにしようとした研究として、中馬宏之（2006）がある。そのさい中馬は、「製品やそれらを生み出す生産プロセス自体の不具合の発生原因を、迅速かつ的確に探り当て解決できる技能を有する」問題解決型熟練が形成されるプロセスというよりはむしろ、問題解決型熟練がイノベーション・プロセスにおいて果たす役割を明らかにすることに重点をおいた。つまり、彼の研究は、熟練者の熟練は所与とされた。このため、確かに中馬は、熟練形成が職場異動を通じて熟練が高まること、そのさいの他の作業員・技術者・設計者の存在することは指摘したとはいえ、事例が簡潔に示されたこともあって、他者、特に技術者存在がどのように熟練の形成を促すか、「一回りも二回りも大きくなって現場に帰って」きた作業員がもつ「一回りも二回りも大きくなった」知的内実とは具体的にどのようなものかといった点が明らかにされたとはいいがたい。したがって本稿では、戦後日本の機械系企業において、高等専門学校・大学以上の高等教育機関出身の技術者と、高等工業学校など中等教育機関等出身の作業員はどのような役割を果たしてきたか、あるいは作業員のスキルがどのように発達していったかと言う問題を、ナカシマプロペラの事例にそくして個別具体的に明らかにしてみたい。

*岡山商科大学経営学部講師

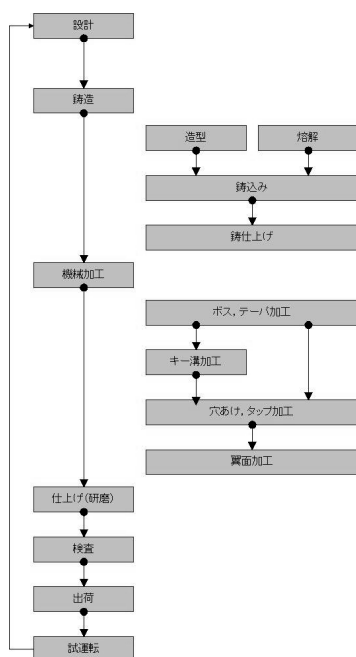


図1 プロペラ製造工程

(注) 舟橋正嗣 (2001) および中島鑄工業株式会社 (1960) をもとに筆者作成

1. プロペラ製造工程

以下の議論の理解を容易にするため、プロペラの製造工程を確認することから始めたい。図1が示すように、プロペラ製造工程は、プロペラの素材を鑄造する工程と、その結果としてできあがった金属材料を加工する工程、設計図に示された寸法に研磨する仕上げ工程の3つに大別できる。

図1のうち、鑄造工程と仕上げ工程は、現在もお主として手作業によって行われている。他方で、1960年代後半、機械加工工程に技術的イノベーションが生じた結果、翼面加工工程が追加された。そのイノベーションとは、自由局面の加工を可能にする工作機械だった。

周知のとおり、スクリュー・プロペラはその一枚一枚の翼は、らせんの一部をなしている。このような曲面を、従来の2軸の旋盤等を用いた機械加工によって作り出すことは不可能である。このため図1の「翼面加工」工程は、1960年代末まで存在しなかった。このことは、例えばナカシマプロペラが、スクリュー・プロペラ関係者に向けて1960年に編集発行した『マリン・プロペラ』において、ボス部の機械加工の後、直ちに仕上げ工程に移ることが示されていることから理解される(中島鑄工業株式会社, 1960)。また翼面の加工とは、電動タガネとミーリング・カッタを用いた手作業だった。

数値制御によって切削用ツールを多軸で動かし、自由局面の加工を可能にする工作機械の開発と製造は、日本の工作機械メーカーによって行われた(湯浅明彦, 1979)。逆にいえば、このような技術的イノベーションの導入以前は、プロペラ製造工程は、鑄造技術、一部の切削技術、研削・研磨技術

によって構成されており、これらにかかわる技術や技能をプロペラ製造企業は蓄積してきたといえる。またそれは、主として、手作業を通じて個々の作業員が有するものだった。

2. 新技術への対応と技能の定量化

(1) 高等教育機関出身者の雇用状況

ナカシマプロペラを擁するナカシマグループ全体の近年の採用実績を見ると、2012年度においては大学院理系4名、大卒理系3名、大卒文系3名、専門学校卒1名、高卒4名だった。つまり、同社が採用した全15名のうち、10名が高等教育機関の出身であり、そのうち理系の人材が7名を占めていた。また同じナカシマグループのナカシマメディカルについて「大学における同社の知名度が向上し、有名大学からも学生を採用できるようになった」（中小企業基盤整備機構経営支援情報センター、2012）と記される状況にある。

しかし、既述の翼面加工機がナカシマプロペラに初めて導入された1970年代半ば頃の状況は現在と異なった。

このことについて、1973年に津山工業高等専門学校卒業後ただちにナカシマプロペラに入社し、2014年現在取締役・製造本部副本部長を務める河合康裕氏は、自分の入社当時を次のように振り返る（河合康裕氏へのインタビュー、2014年7月4日）。

当時は国立大学なんかからはほとんどなかったです。もう応募すらないんで。（中略）一般の募集ではまず来ないです。私だって（ナカシマプロペラに…筆者注）「入る」というら反対されたわけですよ、学校で。「やめても、俺らは二度とあっせんせん、勝手に受けえ」（とも教官から…筆者注）言われました。

また河合氏によれば、約200名の全従業員の一割を占めた同期入社20名のうち、自分を含めた2名が高等教育出身者だったという。

こうした高等教育機関出身者は、ナカシマプロペラにおいては、1970年代半ばに至るまでは、基本的にプロペラの設計職務の担い手としての役割を果たしていた。例えば、同社が開発したキーレスプロペラは、大阪工業大学機械学科を卒業と同時にナカシマプロペラに入社した中島稔氏が、財団法人日本船用機器開発協会とともに取り組んだ成果だった（中島稔、1972；中島保、2006）。ただし、設計職務においても、高等教育機関出身者の数は限られていたことがうかがえる。もともと日本には、旧帝国大学に属する大学である東京大学、大阪大学、九州大学の3校、旧高等工業を母体とする新制大学の横浜国立大学と広島大学の2校に船舶・造船にかかわる学科が設けられている程度である（文部省大学学術局技術教育課、1998）。このような人材供給先の小ささもあいまって、ナカシマプロペラにおける造船学科出身者は、2014年時点においても、中島氏を含めて2名であるという（中島義雄氏へのインタビュー、2014年7月4日）。その中島氏にしても、東京大学工学部船舶工学科を卒業したのは1980年であり、ナカシマプロペラへの入社は1990年である。また2名のうちのもう一人であり、

現在ナカシマプロペラにて設計部長を担当する山崎正三郎氏は、1970年代半ば当時、プロペラの設計情報の創造に取り組んでいたとはいえ、彼はナカシマプロペラの競争相手たる神戸製鋼所の職員だったのである（山崎正三郎、1977）。

こうした状況から理解されるように、1970年代半ば頃のナカシマプロペラは、高等教育機関出身者を雇用する意図があったとしても、それ自体が容易ではなく、また新しい機能を有するプロペラの開発を担うことのできる人材の確保も、新卒者の採用という方法を用いる限り、困難な状況に置かれていたと言える。さらにその数の限られた高等教育機関出身者が設計職務に主に従事していた状況をプロペラ製造工程の文脈でとらえれば、設計データが具現化される工程、すなわち鋳造・加工・研磨の工程は、高等教育機関出身者や彼らの知的内実ではなく、作業員の技能が支配する職場だったといえる。こうした職場に、技術的イノベーションが導入されることになった。

(2) 新技術への対応

日本の各産業のなかで最初に製造工程のコンピュータ化を進めたのは鉄鋼業であり、それは1960年代にはじまる（野坂康雄、1973；富樫伸、1978）。他方で、造船業も1960年代にコンピュータ（制御用計算機）を利用しはじめ、60年代半ば頃から数値制御用ソフトウェアの開発やそれによる加工を開始していた（山下勇、1974）。こうした流れのなかで、造船業の一部門としてのプロペラ製造業においても、コンピュータ化および数値制御化への取り組みが始められた。それに最初に取り組んだのは、神戸製鋼という、製鉄を事業の主部門とするプロペラ製造業における最大手企業だった（神戸製鋼、1986）。同社は、1967年、ナカシマプロペラよりも先に、東芝機械によって開発された5軸数値制御式プロペラ翼面加工機を導入した。約1億5000万円の同機の導入により、翼の投影面積のうち約85%を自動的に加工でき、従来電動タガネとミーリング・カッタによって手作業にて行われていた加工時間4000時間は、100時間程度に短縮されることとなった（機械技術、第15巻第2号）。

業界最大手企業が翼面加工の機械化を実現し、その受注を伸ばす一方で、ナカシマプロペラは石川島播磨重工業など造船大手企業によって出された仕様への対応に苦慮する状況におかれていた。このため、1974年、中島保社長は、神戸製鋼に導入された東芝機械製5軸数値制御式プロペラ翼面加工機を導入することを決定した。同年度における同社の売上高は48億円、設備投資額は同機の購入を含めて10億円であり、その資金は三和銀行や商工中金からの借入によって賄われたものだった（中島保、2006）。

ただしナカシマプロペラが神戸製鋼と同一の東芝機械製5軸数値制御式プロペラ翼面加工機を導入すれば、神戸製鋼と同一の生産性を実現できるとは限らなかった。例えば同機の導入について、神戸製鋼は「東芝機械の協力を得て」「完成した」と記している。このような記述がなされた背景には、東芝機械はハードウェアとして、5軸数値制御式プロペラ翼面加工機を開発したとはいえ、この機械の動作のさせ方は導入側のプログラム化の仕方に依存するという事情があった。ナカシマプロペラの河合氏は次のように述べる（筆者による河合氏へのインタビュー）。

プログラム組めばNCだから動きますけど、自由曲面を効率よく加工するためにはデータ処

理が。今でも、例えばプロペラのデータを渡してCAD・CAM、ハイエンドのCAMでプログラムしようとすると比較的簡単なんです、一から素人さんがやると1週間ぐらいかかる。なぜそうかかるかっていうと、汎用のCAD・CAMだと、どういうふうに削るかっていう定義がなかなか決まってない。いろんな削り方あるし、裏から削るのか表から削るのか、プロペラのことをわかってないと効率よく加工ができないわけですよ。(中略)当時、CAD・CAMという発想すらない時代に膨大なデータを処理して効率よく削るってところは、東芝さんと一緒になって。東芝さんは削る機械の特性に合わせた咬合性の削りの方法いうんか、例えば上から削るのか下から削るのかとかいうのあるじゃないですか、これは機械メーカーとしての考え方を出していただいて。我々はプロペラのデータをいかに速く処理して効率よく加工パスを出すかという設計とのリンクですね。

つまり、5軸数値制御式プロペラ翼面加工機のハードウェア性能の発揮は、それを用いる企業の作業員が、どれほど効率的な電動タガネとミーリング・カッタによる翼面加工作業の仕方を生み出してきたかということと、それを生かしつつ研削加工作業をいかにプログラム化できるかに依存するものだった。

このうち後者の職務に従事したのが、河合氏だった。現在と異なってモニターがない1970年代半ば、彼は、プロッターを用いて「図面を電子化してNCデータに置きかえ」「全て座標系で計算して出す」という作業に携わった。もともと、河合氏は、津山工業高等専門学校在学中に、工作機械メーカーの滝澤鉄工所出身の教官から、同社製の工作機械を用いた自動制御の講義を受けていた。そして彼が入社した1973年は、折しもナカシマプロペラが滝澤鉄工所製のNC工作機械を導入した年であり、入社早々、同機によって小型プロペラのボス加工をする職務を任されていた。この時の機械加工職場の人々の反応について、河合氏は次のように振り返る(筆者による河合氏へのインタビュー)。

機械が勝手に、自分たちが(NCではない通常の旋盤を用いて…筆者注)こうやらにゃあ削れんもんが、若いのが紙テープでぽっとかけてボタンを押して勝手にばりばりやってるわけでしょ。何のために何年もかかって覚えたんやみたい。やっぱりカルチャーショックでしょうねえ。(中略)だから、遠巻きにした感じ。ほんで、同世代ぐらいの若い連中はまだその辺わからんから、新入生の現場はいろいろ聞いてくるぐらいで、ベテランはもう絶対そばにも寄らない。

この発言から、1973年当時のナカシマプロペラは、5軸数値制御式プロペラ翼面加工機に比べれば、機能として単純なNC工作機械でさえ作業員に「カルチャーショック」を与えるような、作業員の手作業が支配的な職場だったことが改めてわかる。したがって翌1974年、当時最新鋭の機械が売上高の20%の費用をかけて導入された時、その機能を発揮させるために必要な一方の能力は、手作業を通じて技能を形成してきた中等教育出身の作業員ではなく、高等教育機関出身者のみがあるものだったのである。この意味で、中小企業としての同社における高等教育機関出身者は、新技術への対応の担

い手としての役割を果たしたといえる。

同時にそれは、作業員の技能の変革を促す契機となった。翼面加工機が導入される以前、設計図と完成した製品の公差はプラスマイナス 1 mmとされていた（筆者による畠氏へのインタビュー，2014 年9月26日）。しかし、同機の導入後、その単位は100分の 1 mm単位に変化した。つまり、機械の導入により、工程全体のなかで、作業員の技能しか達し得ない部分が明確化し、高めるべき技能の内実が、ナカシマプロペラにとっても、その作業員にとっても明確化することとなった。またこのような製造工程における精密度の高まりは、設計部門の職務の高度化の契機となった。それまで、計算上優れた設計、つまり製品の仕様を決定できたとしても、仕様として表現された数値と人工物の間にはプラスマイナス 1 mmの公差があったため、演繹的に求められた機能が実現されない状況にあった。しかし研究開発による知見に基づいて、設計職務をつうじて創り出された仕様という数値が100分の 1 mm単位でプロペラという人工物上に実現されることにより、より優れた仕様を決定することが、コンピュータ化と相まって可能になったのである。

(3) 技能の定量化

翼面の機械加工が実現される以前、プロペラ製造工程において最も重要な技術は、鑄造技術だったと考えられる。そのことは、例えば河合氏が入社した当時、鑄造工程で「神様」とされていた作業員との間の次の話からうかがえる（筆者による河合氏へのインタビュー）。

その人が「おまえだけは絶対にこの会社ではつとまらん」いうて。何でかいうたら「わしが鑄物を教えてねえから」いうて。（中略）当時は鑄物が全てですから。あとの（機械）加工はどうでもいい仕事みたいな。何があっても鑄造。当然、電気ローターとか最新の設備も鑄造にどんどんお金かけてましたから。

プロペラ製造のさい鑄造工程を重視する姿勢は、ナカシマプロペラに限られたわけではない。同社が目標としてきたミカドプロペラにおいても同様だった（福井雅美，2002）。むしろ、ミカドプロペラは、ナカシマプロペラ以上に鑄造技術を重視していたとさえいえる。ナカシマプロペラが、1970年代半ばまで「鑄物の神様」の技能に依存していた状況にあったことに対して、ミカドプロペラでは1950年代後半から高等教育機関出身の技術者が、新たな製造方法の確立に取り組み始めていたのである。その職務は、大阪府立大学工学部金属工学科出身で、後に同社の社長となる河野純也によって遂行された（福井雅美，2002）。たとえば彼は、入社当時、鑄物製造責任者から「河野くん、現場はなあ、勘と経験やで。学問なんか通用せん」と言われつつも、1959年、新たに提唱され始めた炭酸ガス型方を鑄造工程に導入した。それは、鑄物の生産性と精度の上昇、事故の減少に貢献することとなった。

ただしその彼も、鑄造工程が作業員の勘と経験が必要な点について認めている。同工程においては、質量効果が係数化、したがって定量化されにくいため、その部分の解決は、作業者が経験を通じて習得した技能に依存せざるをえないからである。

しかし高等教育機関出身の技術者による取り組みもあって、ミカドプロペラによる鑄造品としての

プロペラの品質は良かった（筆者による畠氏へのインタビュー，2014年9月26日）。また翼面の機械加工が実現するより前の時期においては，鑄造工程の技術力は，製品の競争力の一つの源泉となっていた。その結果，1979年にミカドプロペラが新工場を新設した際も，集塵，溶解炉，鑄物砂の回収設備の設置など，鑄造工程の改善に重点が置かれることになった（河野純也，1981）。

ナカシマプロペラにおける鑄造工程の科学的理解への取り組みは，ミカドプロペラに約15年遅れた1970年代半ば以降に始まった。その職務に従事したのは，岡山大学理学部出身の藏本孝一氏だった。

そのさい，次の3つの点が，プロペラ製造における鑄造工程において重要と認識されるにいたり，技能の定量化が進展することになった。第一は，溶解技術である。プロペラの素材は銅合金である。これは鉄に比べて，高価であり，溶けにくいという性質をもつ。従来，この溶解と，その溶解度に応じていつ鑄型に投入すべきか等の判断は，技能を有する作業員の判断によるものだったが，溶解温度を定量的に管理する仕方が開発されるにいたった。そのことは，ナカシマプロペラにおけるプロペラ製造工程を学会誌にて解説した2本の論文を比較すると明らかとなる。1977年に記された論文では鑄込みについて「じゅうぶんな吟味と計算のもとに配合され，低周波誘導炉によって溶解された材料は，適当な温度管理のもとでとりべに移され，湯だまりを経て鑄込まれる」と記されるのみである（菅野博志，1976）。これに対して2001年の論文では，熔解過程を説明する文で，出湯前に，成分分析が行われていること，残存ガス量が規定値以下であることなど，定量的な判断がなされていることが示されている。また溶解作業をフローチャートとして示すことも可能となったことがわかる（舟橋正嗣，2001）。第二は，造型技術である。プロペラは，受注した製品ごとに砂で型が造られる。その工程は作業員の技能に依存してきた。しかし，これを3次元座標系でポイントを造型するという仕方が創り出されることになった。第三は，鑄物用砂の管理の仕方である。例えば湿度が高ければ，砂の水分が高まり，これを用いて鑄造すると，鑄物としてのプロペラのなかにブローホール，ピンホール，きらいといった欠陥を生み出すことになる（千々岩健児，1980）。このようなことを防ぐため，鑄物用砂の湿度等を定量的に管理する方法が創り出されることになった。

こうした取り組みを通じて，例えば1970年代以前，ナカシマプロペラでは直径5m以上のプロペラを鑄造する際には，「鑄物の神様」がいなければ鑄造できなかったが，社内的に標準化されたやり方，つまりマニュアル化された鑄造の仕方で，それ以上の大きさのプロペラを鑄造することも可能になったという。つまり高等教育機関出身の技術者は，もともと作業員に体化されていた鑄造の技能を，定量化という科学的思考枠組みを用いることによって，マニュアル化を実現していったのである。

ただし，河合氏によれば，鑄造工程において「数値化するところはちゃんと数値化」，すなわち定量化が実現されている一方で，「現場技能のところはまだ徒弟制度で引き継がれている」部分が依然として残っているという。これは，全ての作業が「徒弟制度」で継承され，そのなかで作業員が職務を通じて自らの技能を高めていくという職場に，技術者による鑄造工程の定量化にむけた取り組みが組み込まれたことによって，作業員が「徒弟制度で引き継ぐべき作業とは何かを理解することが可能になった結果とも言える。

以上から理解されるように，ナカシマプロペラにおける高等教育機関出身の技術者たちは，製造職務に携わり，機械加工工程における翼面加工機の導入，鑄造工程における技能の定量化を実現させて

いった。これは、従来、作業員の技能に完全に依存していたプロペラ製造工程の工学的方法を導入する取り組みだった。他方で彼らのこうした取り組みは、工学的に解決できない製造の仕方とは何か、作業員の技能として育成し継承すべき職務は何かを、組織および個々の作業員に認識させる契機となった。

3. 作業員の技能

製造職場に、高等教育機関出身の技術者が、自らが有する能力をもとに職務に従事した結果、作業員の技能はどのような変化を示すこととなったのか。この点を明らかにするため、中等教育機関ののち専修学校卒業後、ナカシマプロペラに入社した人物の経歴をたどることをつうじて考察をすすめた。

(1) 畠政春氏の略歴

畠政春氏は、1953年に岡山県に生まれた。彼は、中学卒業後、岡山県立備前高校化学科に入学した。当時は、バイクに乗ることを好み、「悪いことばっかししてた」青年だった。同校を卒業のさい、景気の影響をうけて就職先をみつけることができなかったため、彼は機械系の専門学校に入学し、そこで設計等を習得した。その後、畠氏は、1974年にナカシマプロペラに入社した。このとき、コンプレッサーを製造する明治製作所と、ナカシマプロペラのいずれに入社するかを決めるにあたって、当時、飛行機や船のラジコンを趣味としていたことから、「プロペラ、お、そういうのはおもしろいねえ」と思って、彼はナカシマプロペラへの入社を選択した。

以上の略歴から理解されるように、畠氏は、既出の河合康裕氏とほぼ同時期にナカシマプロペラに入社した人物である。つまり、畠氏は、河合氏等の高等教育機関出身者たちが、ナカシマプロペラにおける新技術への対応と技能の定量化を実現するというプロセスの影響をまさに受けつつ、キャリアを重ねてきた人物だった。

(2) 機械加工および装置組立職務

畠氏は、入社直後、機械加工工程に配属され、ボスのテーパー加工の作業に従事した。そこは、班長のもとに5人から10人の班員が、職長のもとに4、5班が配置される職場だった。この班組織や職組織における加工の仕方の学習について、畠氏は次のように述べている（筆者による畠氏へのインタビュー、2014年8月12日）。

先輩方というか職人さんがおられて、職人さんのやり方とかやってることを見ながら。職人かたぎですから全くほとんど教えてくれないです。それとか、職長が加工した後、「こうや」って見せてもらったり、その片づけをやりながら教えてもらおうという。教えてもらう言うよりは、ほとんど教えてもらえなかったというのは事実です。

例えば、30代半ばの職長と入社直後の畠氏が、同じマイクロメーターを用いて同じ製品を測定したとき、100分の5mmの差があった。このため彼は、職長による適切な測定の仕方の結果としての数値をみせてもらったり、適切な加工や測定の仕方にかんする助言を口頭でうけたりすることによって、加工の仕方や測定の仕方を身体的技能として形成していった。その取り組みについて次のように彼は言う。

職長がはかった寸法と自分がはかった寸法が違うんですよ。はかり方とかそういうことが微妙に違うんだから、そういうのを何回か教えてもらって。やり方に注意だけしてもらって。（中略）それは測り方の強さ、持ち方、それから熱の伝わり方とか、そういうようなこともいろいろ口頭では聞いて。はかってみればものすごく（職長と）違うということになる。

一連のボス加工作業を一人でできるようになるためには、通常5年かかるという。この5年のうちの3年間、機械加工、測定、工具の手入れの仕方を畠氏は経験した。3年で畠氏が異動した背景にはナカシマプロペラの経営的理由があった。1970年代後半のこの時期、景気の変動をうけて、ナカシマプロペラは希望退職者を募る事態に直面し、全従業員352名のうち102名の従業員削減を実施した（中島保、2006）。このなかで、それまで装置事業にて装置組立に従事していた作業員が大量に退職したため、畠氏は配置換えされることになった。

ナカシマプロペラにおける装置事業とは、1972年に英国ストン・マンガーニーズ・マリン社から大型プロペラにおける可変ピッチプロペラ技術と同時に導入されたサイドスラスター装置の組立を担った部門である（ナカシマプロペラ株式会社、2006：中島保、2006：筆者による畠氏へのインタビュー、2014年8月12日）。このような機械装置の組立作業は、既述のプロペラ製造工程から理解されるように、ナカシマプロペラが従事したことのない製造工程だった。このため、装置の組立の仕方を畠氏の前任者たちは導入先から習得した。しかし、組立にかかわる知識が、畠氏を含めたプロペラ製造工程から集められた人々に伝えられる前に、装置組立作業に従事していた人々は退職してしまっていた。このため、畠氏は装置の組立の仕方をマニュアル化する必要があった。ただしこれは、畠氏にとっては困難な作業ではなかった。それは、彼が設計図の読み方を知っており、このような学校にて習得された知識が新たな手順の形成の際に活用されたためである。

他方で、サイドスラスター装置の検査のさい、畠氏は一つの大きな失敗をしたことがあった。それは、海運局で同装置を分解する際、畠氏が出した指示の結果、油圧ピストンを焼き付かせてしまったというものである。この経験について、畠氏は次のように述べている（筆者による畠氏へのインタビュー、2014年8月12日）。

治具を使って、ずれないようにきれいに回転で回していかなきゃだめというのがあるんですけど、それを気をつけてやっても少し焼きついた。そしたらもうどうにもこっちも、右も左も動かなくなってしまうという、そういう現象が出るんです。（中略）0.1mmのすき間が全部ずうっと円周方向へあったんですよ。ピストンがあって、ピストンの直径が300mm、

こんなもんですね。その0.1mmのすき間があるようなもので、そのオイルシールの、シールパッキンってゴムでできたようなピストンのリングみたいなんがあるんですよ。それで受けております。その間がシリンダーの表面とピストンがこじることによって外環が焼けたと。ちょっと力のかけぐあいがまずかったもんで。せえから、緩めるスピードが少し速かったと。(中略) 1割ぐらい落としてればというぐらいです。そのぐらいの感覚です。

このような、作業の仕方にかかわる知識の不足によって生じた事態に対する発言から、畠氏は経験を物体同士に生じたメカニズムあるいは物理単位を用いて理解するようになり始めていたことが伺える。

こうした装置組立工程における作業員として約10年間を畠氏は過ごした後、生産技術開発を担う部門に異動することとなった。

(3) 治具や装置の設計と製造職務

1980年代後半、ナカシマプロペラでは職場の効率を上げるための改善運動が実施されることになった。この時期には、1985年にはじまった円高不況の影響により、プロペラ製造において最大手だった鉄鋼企業の神戸製鋼が、全社的合理化の一環として、プロペラ事業からの撤退を決定した。他方でその影響をうけて、ナカシマプロペラの固定ピッチプロペラの国内シェアが33%から約60%に、また世界シェアは30%となった(中島保, 2006)。こうしたなかで、畠氏の技能の習得方法や、その成果に変化が生じることとなった。

生産技術部門に異動した時、畠氏は河合氏に直属することになった。またこの部門には、藏本氏も在籍していた。この職場で、製造職場の作業員から出される改善提案の実現の担い手として、畠氏は職務に従事し始めた。その職務内容として、治具の考案・設計・製造が主立ったものだった。例えば、その一つに小型プロペラ用生型製造ラインへのコンベア導入があった。それまで、作業員が生型に溶けた金属を入れ、それを別の場所に移動させて型ばらしを行っていた。しかし、それは危険を伴うため、その作業員たちから改善提案がだされた。

こうしたなかで、畠氏は、コンベアの設置位置、コンベアの動作等を考案し、その仕様を決定した。その内容について、畠氏は次のように述べている(筆者による畠氏へのインタビュー, 2014年8月12日)。

お金を余りかけずに定点の決まった位置に決まったスピードで決まったところをとまるといのがなかなかなかったんですよ。だから、その当時、リミットスイッチと、それからシーケンサーで、ある一定の位置まで来たら近接スイッチでとまるという感じで、そういう感じのようなプログラムを組んでやるという、それをやり始めたとかなんです。それが、スピードと型自体が振動に弱いものだから、だんってとまらず、きゅうっとスムーズに規定の位置にとまるように。だから、そういうようなスピードを殺しながら。ステッピングモーターとかそんな使いさえすればきれいに自由にできるんですけど、それができないもんだから、インバーターを使って、インバーターで制御しながらやっていくという感じで。昔だから。

この発言内容から、生産技術部門に異動した畠氏は、機械の動作を電気で制御するという技術的知識をもちいて、装置を考案し、それを仕様として決定できるようになっていたことがわかる。制御回路など、電気にかかわる技術的知識については、社内の電気にかかわる技術者から助言を受けたという。ただしステッピングモーターは、1950年代に開発され、1960年代には工作機械に用いられるようになっていた。こうした事実をふまえれば、以下の点を指摘できる。 casting技術とその機械的研削加工・研磨加工技術を主たる事業にて蓄積してきたナカシマプロペラには、機械動作を電氣的に制御する技術の蓄積はなかった。それにもかかわらず、そのような装置の導入を決定し、作業員は、技術者の知的支援を受けつつ技術的知識を創造し、それを人工物に具現化できるようになった。

畠氏が考案・設計・製造したもう一つの装置として、刃物の半自動研削装置がある。この導入を決定し、その考案・設計・製造を畠氏に指示したのは河合氏だった。指示を受けた後、その実現過程について畠氏は次のように述べている。

設計して、自分で組み立てる。自分で組み立てて自分で溶接したり何やかんや全部やってくわけです。それで、加工するのに加工外注して、加工外注に流すための図面を一生懸命つくらなきゃ。その当時は自分で削るもんはポンチ絵の簡単な漫画でもよかったですけど、今度は外注に、外の社外に加工をお願いするためにはきっちりした図面を描かなきゃだめなんです。そのために、私、四苦八苦して自分で図面を描きながらやっていったというのが出てきたんですよ。(中略) 製図のJISの本を読みながら描き方を勉強しながら描いてやってほしいというような感じで。

以上から、畠氏は、半自動装置の考案、標準化された言語に基づく作図、溶接などの作業を遂行できたことが読み取れよう。これは、ナカシマプロペラがプロペラを作業員の技能に依存して製造していた状況では、作業員が経験することのなかった事態と考えられる。それは、畠氏がこのような職務に従事することになった発端が、製造工程の合理化を目指す技術者による指示だったからである。またこのような指示に基づき、畠氏は、ポンチ絵や漫画という思考の図像を、JISという規格化され、他者と共有可能な形式で表現する技能を習得することになった。

(4) 医療用治具の考案・設計・製造職務

ナカシマプロペラでは、プロペラ製造業において最大シェアを獲得した1980年代後半から、人工関節の開発と製造が始められ、これを担っていた部門は、1994年、メディカル事業部として改組された。このとき、ナカシマプロペラにて製造技術開発職場に所属していた技術者の藏本氏や河合氏、作業員の畠氏は、メディカル事業部に異動を命じられることになった。

メディカル事業とは、人工関節を設計・製造・販売するビジネスだという認識がこの事業に携わり始めた当初のナカシマプロペラにはあった。しかしそれは誤った認識であることが判明した。つまり、人工関節を患者に埋め込むための専用道具一式がなければ、人工関節を医者に用いてもらえないこと、したがって人工関節だけではなく、手術用道具も設計・製造する必要があるということだった。こう

したことから、ナカシマプロペラの生産技術部門にて装置や治具の考案・設計・製造に従事してきた畠氏が従事することになった。畠氏が40歳を越えた頃だった。

異動した当初、これまでの職務との差について、畠氏は次のように述べている（筆者による畠氏へのインタビュー、2014年8月12日）。

チタン合金を一番最初、加工して、加工できないんですよ。（プロペラに用いられる…筆者注）銅合金のやわらかい材料ばかり加工してたもんだから。それを今度は加工するためにチタン合金、それから人工関節の中にコバルトクロム合金という耐摩耗性の強い材料があるんです。それなんかは刃物が、刃が立たないんですよ。だから、その当時はどうやって削るか、どういう加工するかというのがすごい大変だった。

それと、物の大きさ、私らあから見て、ねじでもこんなボルトの大きさとかそういう感覚ばかりでしょう。が、小さい3mmとか2mmとか、大きいないうても5mmとか6mm。大きいんで8mmとかいうオーダーですから、今、ねじでも。だから、大きさに全く違う。それから物を持って、我々は物をクレーンでつって動かしたり抱えて動かしたりするんです。それで、手術道具のときには手で持って、それから手の持った感触、それからたわみ、やわらかさ、そういうな感覚の違いが全く一番最初はつかめなかったです。

つまり、銅合金とチタン合金・コバルトクロム合金という金属材料、プロペラと人工関節の物理単位、プロペラ製造用治具と手術用道具の用いられ方とその使用者が抱く主観的情報の点で、畠氏にとって、従来の職務と異なる部分があったといえる。しかし、手術道具を創り出すさいには、それまで畠氏が経験をつうじて習得した治具の生み出し方に関わる技能が活用されることになった。このことにかかわる自らの思考過程について、畠氏は次のように発言している。

（作業者による…筆者注）加工の仕方とかつくり方、組み立て方とか、そういうことを頭に入れながら（治具や道具を）設計していくというやり方。それから寸法精度とかそういう精度を上げると。物の精度を上げるためには、物の精度を上げればそれだけ部品のコストは上がります。だから、コストとの兼ね合いです。それから今、（手術用道具）設計の若手の人にいろいろ教えるのでも、加工の仕方、物のつくり方、それを教えるのがちょっと大変です。（中略）

それ（作業員が治具・道具を手にして加工する手順を理解として自分のなかに）はあります。それがないと物が設計できないですから。だから、つくり方、物に対してどういう機械を使って、どういう工具を使って、どういうコストをかけながら加工するかということも全部考えて。だから物のアプローチの仕方とかそれを全部頭に入れながら、（治具や道具）形状を決めていってます。それを知ってないと加工のとんでもないもんができたり、それから複合物で組み立てられないものができたりします。

この発言から次のことを畠氏の技能の特徴として指摘できる。そもそも現在、ナカシマメディカルでは、大学や大学院の出身者たちは、製造職場を経験することなく設計部門に配属されるという。これに対して畠氏は、ここまで見てきたように、研削や測定の仕事方を体得し、その後、生産技術の考案・開発・製造に従事したことから、プロペラ製造工程全体の作業がどのように行われているか手順を含めて理解を有するにいたっている。こうした知識の内実の差が、道具の考案・仕様の差を生み出しているということである。

また、畠氏は、プロペラ製造工程や生産技術部門において、作業という行為を通じて、作業の仕事方という形態の知識を習得し、発達させてきたといえる。したがって、考案・設計すべき設計情報がプロペラ製造工程において用いられる道具・治具から手術におけるそれに变化したとき、その作業がどのような手順でどのように使われるかを知ることによって、畠氏は、整形外科医という、人間に人工関節を埋め込む作業の担い手にとって最適な道具を考案していった。例えば、日大式人工膝関節置換術を提唱した龍順之助教授は、スーツケースに収まるほどコンパクトで、作業性のよい手術道具を著書のなかで図示している(龍順之助, 2009)。この手術道具一式は、畠氏が考案・設計・製造したものだった。そのさい彼は、直接的あるいは間接的に医者が人工関節を埋め込む作業とはどのようなものかを知ることによって、道具一式を作り上げていった。

他方で、メディカル部門における畠氏の技能の形成については次のように言えよう。すなわち、道具の考案・設計・製造の仕事方については、プロペラ製造工程において習得された知識の応用だったが、性質の異なる金属、物理単位が異なる作業対象、異なる作業の仕事方に対して、道具・治具の考案・設計・製造に従事する作業員としての対応の仕事を、畠氏は新たに習得したことになる。

おわりに

本稿では、戦後日本の機械系企業において、技術者が果たした役割と、その影響のもとでの作業員の技能形成を明らかにするために、ナカシマプロペラを対象として考察を進めてきた。その結果として明らかになった点をまとめると以下のとおりとなる。

第一に、全従業員に占める比率は低かったとはいえ、高等教育機関出身の技術者たちは、新技術の導入や技能の定量化の担い手としての役割を果たした。すなわち、従来のプロペラ製造工程には存在しなかった翼面加工機が1970年代に機械加工工程に導入されたさい、この装置の機能を発揮させるためのプログラム化という職務の担い手は、高等教育機関出身の技術者だった。全く新しい技術にもとづく機械の機能を発揮させる能力は、鑄造・機械加工・研削という技術分野にて手作業を通じて技能を形成してきた中等教育出身以下の作業員ではなく、高等教育機関にて習得された技術者出身者のみが有するものだった。高等教育機関出身の技術者たちはまた、プロペラ製造工程における定量化、したがって作業員の技能への依存を減少させる取り組みにも従事した。こうした取り組みは、プロペラ製造工程において、工学的に解決できない製造の仕事方とは何か、作業員の技能として育成し継承すべき職務は何かを組織および個々の作業員に認識させる一方で、設計情報創造の高度化をもたらす契機となった。

第二に、上記の技術者による取り組みの結果、彼らの取り組みがなければ決して生じなかったような、技能形成過程を作業員は経験することになった。高等教育機関出身の技術者と同時期に入社した作業員は、当初、昔ながらのプロペラ製造において作業を通じて技能を体得していた。しかし、技術者たちによる生産技術開発という、これまでのプロペラ製造工程にはなかった職務が遂行され始めると、これらの新しい職務に作業員が従事することを要請されることになった。その結果、作業員は、技術者との交流や学習をつうじて、技能や作業対象としての人工物に生じた現象の科学的原理に基づく理解の仕方、あるいは自分の思考過程を工学等で用いられる言語にて表現する仕方を習得することになった。このような意味で、作業員の技能の高度化は、組織内部の能力を異にする人々によって促されたものであり、組織全体としてみれば、作業員の技能形成は決して単独で生じるのではなく、技術者と作業員の相互作用を通じて促され生じている性質をもつものであるといえる。

参 考 文 献

1. 河野純也(1981)「ミカドプロペラ(株)——緑に包まれた丘陵地にあるプロペラ製造工場」『鋳物』第53巻第11号, pp. 641-4.
2. 小池和男(2006)「もの造りの技能——自動車生産職場」伊丹敬之・藤本隆宏・岡崎哲二・伊藤秀史・沼上幹(編著)『リーディングス日本の企業システム第Ⅱ期第4巻 組織能力・知識・人材』有斐閣.
3. 神戸製鋼所(1986)『神戸製鋼80年』神戸製鋼所.
4. 菅野博志(1976)「ナカシマプロペラ(株)——機械化された、船舶用プロペラの製造」『鋳物』第48巻第12号, pp. 790-3.
5. 福井雅美(2002)『波濤を越えて——ミカドプロペラ100年史』ライフヒストリー研究所.
6. 舟橋正嗣(2001)「プロペラの製造」『らん』第54号, pp. 10-5.
7. 中小企業基盤整備機構経営支援情報センター(2012)「医療分野に進出した中小サプライヤーに関する調査」『中小機構調査研究報告書』第4巻第6号, pp. 1-84.
8. 中馬宏之(2006)「イノベーションと熟練」伊丹敬之・藤本隆宏・岡崎哲二・伊藤秀史・沼上幹(編著)『日本の企業システム第Ⅱ期第4巻 組織能力・知識・人材』有斐閣, pp. 133-58.
9. 富樫伸行・白井敏雄・諸岡泰雄・増田崇雄(1978)「製鉄所における総合計算機制御システム」『日立評論』第60巻第7号, pp. 487-92.
10. 中島保(2006)『ブルーマリン夢の航跡』ナカシマプロペラ株式会社.
11. 中島鋳工業株式会社(1960)『マリン・プロペラ』中島鋳工業株式会社.
12. ナカシマプロペラ株式会社(2006)『ナカシマプロペラ80年のあゆみ』ナカシマプロペラ株式会社.
13. 中島稔(1972)「キーレスプロペラの開発」『船舶』第45巻第4号, pp. 47-58.
14. 野坂康雄(1973)「日本鉄鋼業における計算機制御の進歩」『鐵と鋼：日本鐵鋼協會々誌』第59巻第5号, pp. 557-69.
15. 山崎正三郎(1977)「非定常性を考慮したVibratory Propeller Shaft Forceの実用的な計算法：第一報基礎式の展開」『西部造船会会報』第54号, pp. 41-61.
16. 山崎正三郎(2006)「ナカシマプロペラにおける技術者の育成」『マリンエンジニアリング』第41巻第6号, pp. 19-22.
17. 山下勇(1974)「情報化社会」へ向っての日本造船業のコンピュータ化」『日本造船学会誌』第536号, pp. 63-6.
18. 湯浅明彦(1979)「プロペラにおける自由曲面の加工」『機械と工具』第23巻第9号, pp. 66-70.
19. 龍順之助(2009)『自由に歩ける喜びを「人工関節」で：変形性膝関節症の治療』悠飛社.

インタビュー調査

2014年7月4日

1. プロペラ株式会社常務取締役・ナカシマメディカル株式会社代表取締役 中島義雄氏
2. ナカシマプロペラ株式会社取締役・製造本部副本部長 河合康裕氏

2014年8月12日・9月26日

ナカシマメディカル株式会社副参与 畠政春氏

本研究はJSPS科研費24653093の助成を受けたものである。